



INFORME FINAL DEL EMBALSE DE RIBARROJA
AÑO 2011



VNIVERSITAT Æ VALÈNCIA

CONSULTOR:

UNIVERSITAT DE VALÈNCIA ESTUDI GENERAL

Instituto Cavanilles de Biodiversidad y Biología Evolutiva, Área de Limnología

Departamento de Microbiología y Ecología. Facultad de Ciencias Biológicas

46100 – Burjassot (Valencia)

DICIEMBRE 2011

ÍNDICE

	Página
<u>1. INTRODUCCIÓN</u>	1
<u>2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EMBALSE Y DE LA CUENCA VERTIENTE</u>	2
2.1. Ámbito geológico y geográfico	2
2.2. Características morfométricas e hidrológicas	2
2.3. Usos del agua	4
2.4. Registro de zonas protegidas	4
<u>3. TRABAJOS REALIZADOS</u>	5
<u>4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL</u>	6
4.1. Características fisicoquímicas de las aguas	6
4.2. Hidroquímica del embalse	9
4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila	10
4.4. Zooplancton	13
<u>5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO</u>	16
<u>6. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO</u>	17

ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los trabajos realizados en el embalse de Ribarroja durante los muestreos de 2011 y la interpretación de los mismos, a efectos de proporcionar una referencia que facilite la consulta y explotación de la información obtenida.

En general, se recurre a presentaciones gráficas y sintéticas de la información, acompañadas de un texto conciso, lo que permitirá una consulta ágil y rápida del documento.

En el **Anexo I** se presenta un reportaje fotográfico que refleja el estado del embalse durante el periodo estudiado (septiembre 2011, correspondiente al año hidrológico 2010-2011).

En apartados sucesivos se comentan los siguientes aspectos:

- Resultados del estudio en el embalse (FASE DE CARACTERIZACIÓN) de todos los aspectos tratados (hidrológicos, fisicoquímicos y biológicos), que culminan en el diagnóstico del grado trófico.
- Clasificación del "Potencial Ecológico", tras la aplicación de los indicadores biológicos y fisicoquímicos propuestos en la Directiva Marco del Agua.

2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EMBALSE Y DE LA CUENCA VERTIENTE

2.1. Ámbito geológico y geográfico

El embalse de Ribarroja se sitúa en la Depresión Terciaria del Ebro, extendiéndose al sur hasta la rama aragonesa de la Cordillera Ibérica. De las unidades geológicas presentes en la cuenca vertiente, el embalse se ubica en los depósitos terciarios de la depresión del Ebro.

El embalse de Ribarroja se sitúa dentro del término municipal de Ribarroja de Ebro, en la provincia de Tarragona. Regula las aguas del río Ebro.

2.2. Características morfométricas e hidrológicas

Se trata de un embalse de grandes dimensiones, de geometría alargada y regular.

La cuenca vertiente al embalse de Ribarroja tiene una superficie total de 8082300 ha.

El embalse tiene una capacidad total de 210 hm³. Caracterizado por una profundidad media de 10,3 m, mientras que la profundidad máxima alcanza los 34 m.

En el **Cuadro 1** se presentan las características morfométricas del embalse.

CUADRO 1

CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DEL EMBALSE DE RIBARROJA

Capacidad total N.M.N.	210 hm ³
Superficie inundada	2152 ha
Cota máximo embalse normal	70 msnm

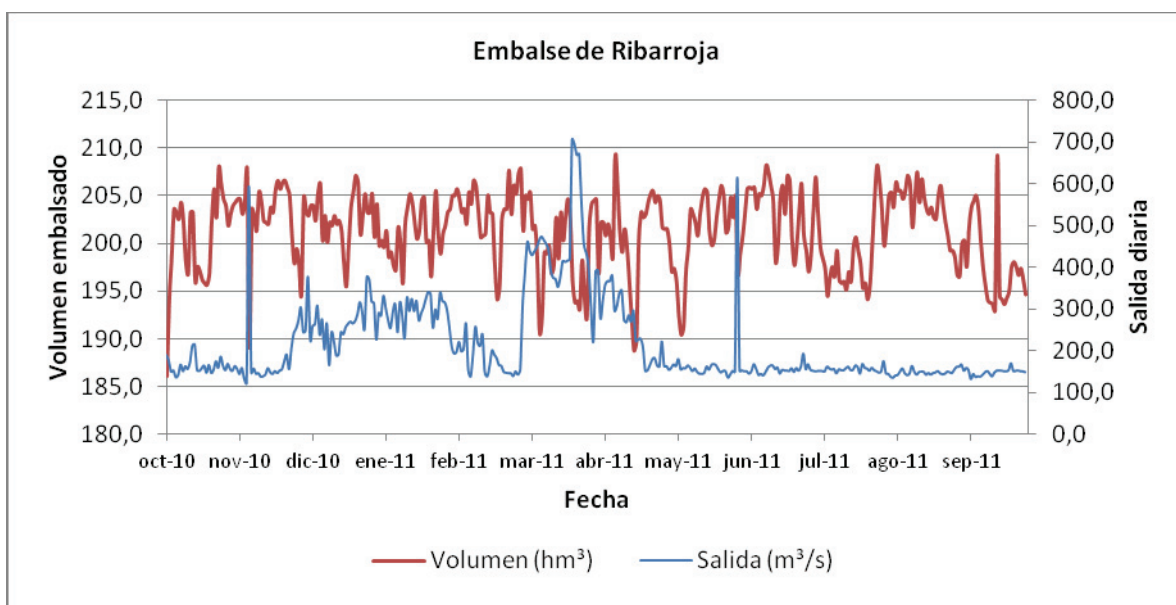
Tipo de clasificación: 12. Monomítico, calcáreo de zonas no húmedas, pertenecientes a tramos bajos de ejes principales.

Se trata de un embalse monomítico de geología calcárea y situado en zona no húmeda. En la fecha de realización del muestreo la termoclina ya había desaparecido. El límite inferior de capa fótica en verano se encuentra alrededor de los 8 metros de espesor.

El tiempo de residencia hidráulica media en el embalse de Ribarroja para el año hidrológico 2010-2011 fue de 0,36 meses.

En el **GRÁFICO 1** se presentan los valores diarios del volumen embalsado y salida media correspondientes al año hidrológico 2010-2011.

GRÁFICO 1
VOLUMEN EMBALSADO Y SALIDA DURANTE EL AÑO HIDROLÓGICO 2010-2011



2.3. Usos del agua

El uso de las aguas del embalse es principalmente el abastecimiento de la población., aprovechamiento hidroeléctrico y regadíos.

2.4. Registro de zonas protegidas

El embalse de Ribarroja forma parte del Registro de Zonas Protegidas elaborado por la Confederación Hidrográfica del Ebro, en contestación al artículo 6 de la Directiva Marco del Agua, dentro de las siguientes categorías zonas de extracción para consumo humano y zonas de protección de hábitats o especies: (Punto Red Natura 2000: LIC y ZEPA ES5140012 “Tossals d’Almatret i Riba Roja” y ZEPA ES0000298 “Matarraña Aiguabarreix”).

3. TRABAJOS REALIZADOS

Para acometer la caracterización del embalse se ha ubicado una estación de muestreo en las inmediaciones de la presa (ver **Figura 1**). Se ha completado una campaña de muestreo el 29 de Septiembre de 2011, en la que se midieron *in situ* los parámetros físicoquímicos y el Disco de Secchi en la columna de agua, se tomó una muestra de agua integrada para los análisis químicos y se realizaron muestreos de fito y zooplancton.

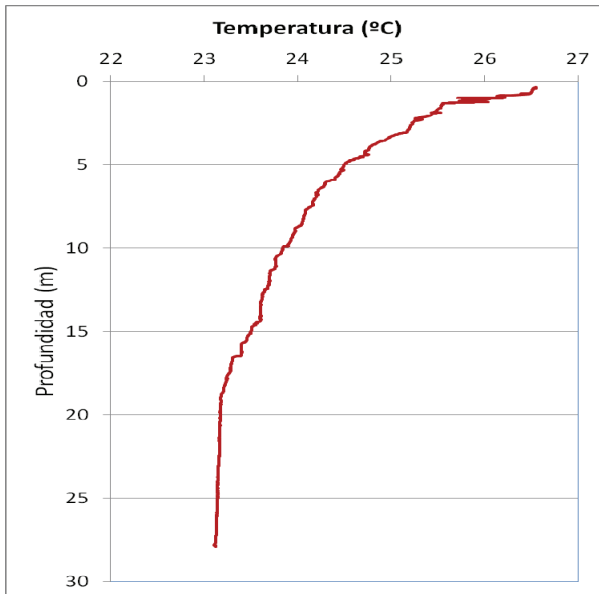


Figura 1. Localización de la estación de muestreo en el embalse.

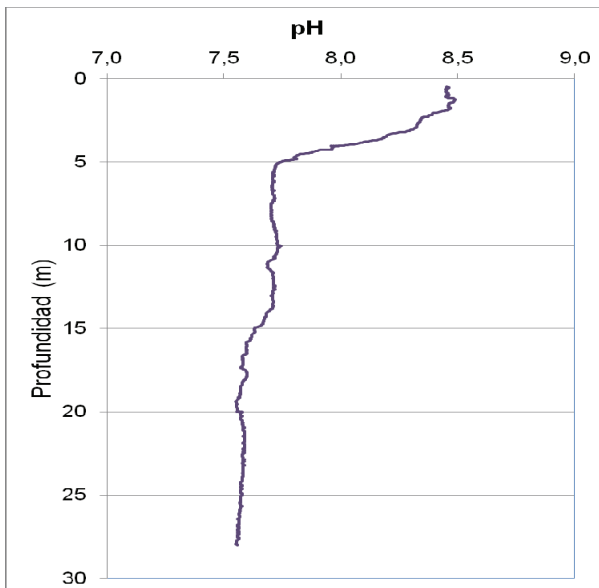
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1. Características fisicoquímicas de las aguas

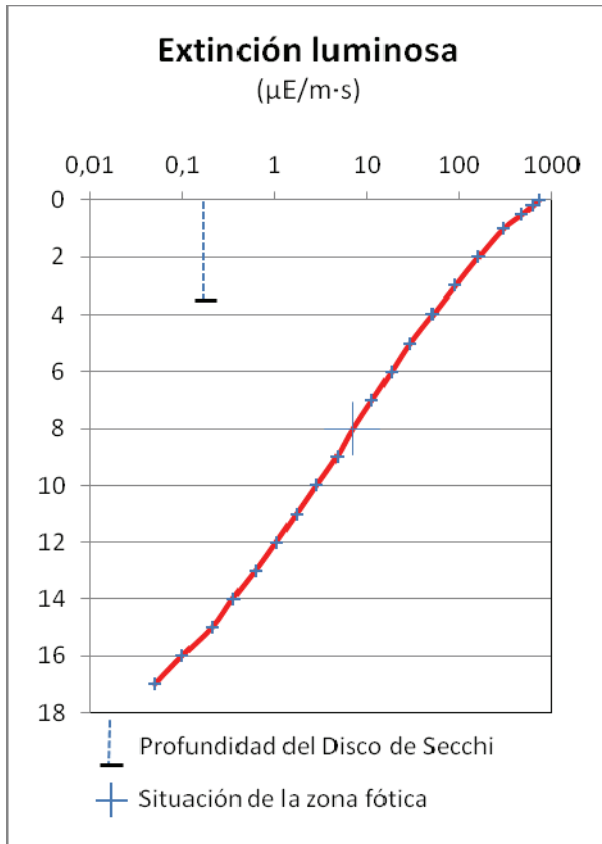
De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:



La temperatura del agua oscila entre los 23,1 °C – en el fondo- y los 26,5 °C - máximo registrado en superficie-. En el momento del muestreo (Septiembre 2011) la termoclina no existía.

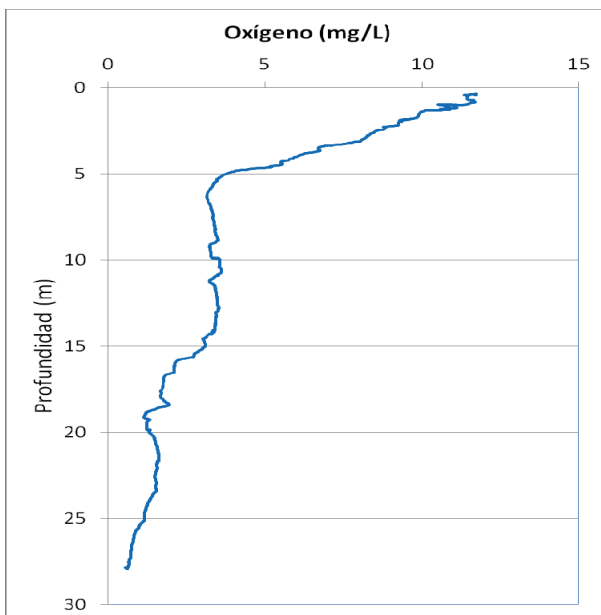


El pH del agua en la superficie es de 8,44. En el fondo del embalse el valor del pH es de 7,55. Ambos valores coinciden respectivamente con los valores máximo y mínimo medidos en la columna de agua.

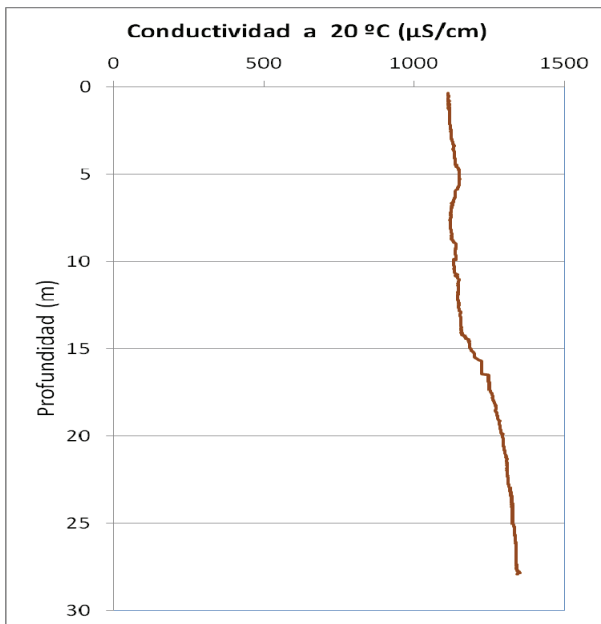


La transparencia del agua registrada en la lectura de disco de Secchi (DS) es de 3,70 metros, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a 9,3 metros. Mientras que el resultado obtenido mediante medidor de PAR da una capa fótica de 8 m.

La turbidez media de la zona eufótica (muestra integrada a 2,5 veces la profundidad de Secchi) fue de 3,10 NTU.



Las condiciones de oxigenación de la columna de agua hasta 9 m de profundidad alcanzan en el muestreo una concentración media de 7,49 mg/L. Se han detectado condiciones anóxicas ($<2 \text{ mg O}_2/\text{L}$) a partir de los 16,5 m, con un valor medio de 1,28 mg/L.



La conductividad del agua es de 1113 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en superficie y asciende ligeramente para tener un valor de 1338 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el fondo del embalse, donde se registra el valor máximo.

4.2. Hidroquímica del embalse

De los resultados analíticos obtenidos en la campaña de 2011 en la muestra integrada, se desprenden las siguientes apreciaciones:

- La concentración de fósforo total (PT) en la muestra integrada (zona fótica) fue de 80,21 $\mu\text{g P/L}$.
- La concentración de P soluble fue de 58,45 $\mu\text{g P/L}$.
- La concentración de nitrógeno total (NT) fue de 1,96 mg N /L.
- La concentración de nitrógeno inorgánico oxidado (nitrato + nitrito, NIO) tomó un valor de 1,32 mg N /L.
- La concentración de amonio (NH_4) resultó ser de 0,148 mg N/L.
- La concentración de sílice tomó un valor de 7,22 mg SiO_2/L .
- La alcalinidad en este embalse (zona fótica) fue de 3,09 meq/L.

4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila

En el análisis realizado se han identificado un total de 15 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

BACILLARIOPHYCEAE	3
CHLOROPHYTA	5
ZYGNEMATOPHYCEAE	1
CYANOBACTERIA	3
CRYPTOPHYCEAE	2
EUGLENOPHYCEAE	1

La estructura y composición de la comunidad de fitoplancton se resume en el siguiente cuadro:

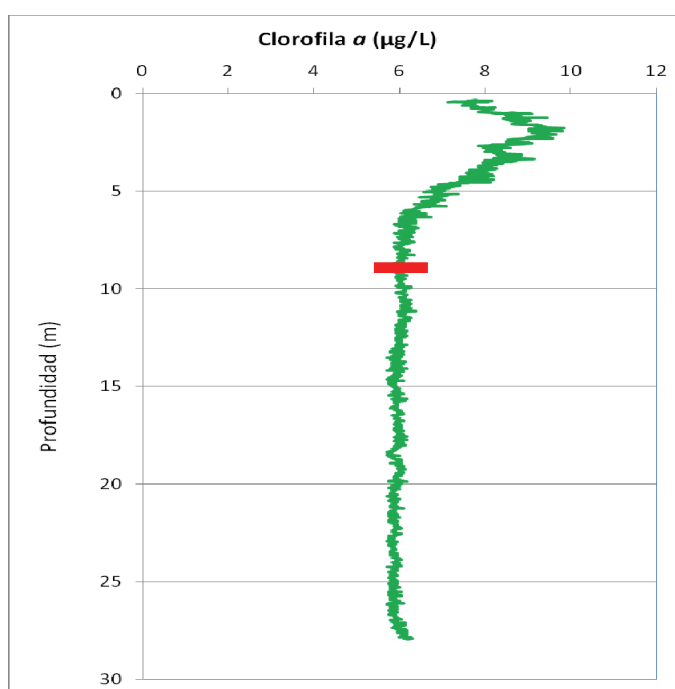
CUADRO 2

ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD DE FITOPLANCTON

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
Nº CÉLULAS TOTALES FITOPLANCTON	nº cel/ml	17800,87
BIOVOLUMEN TOTAL FITOPLANCTON	$\mu\text{m}^3/\text{ml}$	646220
CLASE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (DENSIDAD)		Cyanobacteria
Nº células/ml		17605,33
ESPECIE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (DENSIDAD)		<i>Aphanizomenon sp.</i>
Nº células/ml		14246,28
CLASE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (BIOVOLUMEN)		Cyanobacteria
$\mu\text{m}^3/\text{ml}$		398987
ESPECIE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (BIOVOLUMEN)		<i>Aphanizomenon sp.</i>
$\mu\text{m}^3/\text{ml}$		335670

La diversidad calculada según el índice de Shannon-Wiener ha sido de 0,84, una de las más bajas en este año.

La concentración de clorofila fue de 7,25 µg/L en la muestra integrada, cuya profundidad se ha indicado en la figura con una línea roja. La observación del perfil vertical mediante fluorímetro muestra que los valores más altos se encuentran la zona epilimnética y los bajos en la zona hipolimnética, con un máximo a los 2 m de profundidad.



La composición de la población fitoplanctónica de la muestra integrada de la zona fótica indicando su abundancia y biovolumen, y la densidad cualitativa de la muestra integrada de fitoplancton del muestreo vertical con red de plancton muestran los resultados del cuadro siguiente:

COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
FITOPLANCTON	cél./ml	µm ³ /ml	
BACILLARIOPHYCEAE/CENTRALES/			
<i>Actinocyclus normanii</i>	6,98	6318	1
<i>Cyclotella radiosa</i>	6,98	1536	1
BACILLARIOPHYCEAE /PENNALES/			
<i>Encyonema minutum (=Cymbella minuta)</i>	6,98	3620	1
<i>Nitzschia palea</i>			1
CHLOROPHYTA			
<i>Chlamydomonas</i> sp.	6,98	1872	1
<i>Coelastrum microporum</i>	55,87	11467	1
<i>Monactinus simplex (=Pediastrum simplex)</i>	55,87	135146	1
<i>Planctonema lauterbornii</i>	13,97	614	2
<i>Schroederia setigera</i>	13,97	921	
ZYGNEMATOPHYCEAE			
<i>Staurastrum paradoxum</i>	6,98	57590	1
CYANOBACTERIA			
<i>Anabaena circularis</i>	76,82	1448	2
<i>Aphanizomenon</i> sp.	14246,28	335670	5
<i>Oscillatoria</i> sp.	3282,23	61869	3
CRYPTOPHYCEAE			
<i>Cryptomonas erosa</i>	6,98	21500	1
<i>Plagioselmis (=Rhodomonas) lacustris</i>	6,98	921	1
EUGLENOPHYCEAE			
<i>Euglena</i> sp.	6,98	5726	
TOTAL BACILLARIOPHYCEAE	20,95	11474	
TOTAL CHLOROPHYTA	146,65	150020	
TOTAL ZYGNEMATOPHYCEAE	6,98	57590	
TOTAL CYANOBACTERIA	17605,33	398987	
TOTAL CRYPTOPHYCEAE	13,97	22422	
TOTAL EUGLENOPHYCEAE	6,98	5726	
TOTAL ALGAS	17800,87	646220	

Clases de abundancia	% de presencia	Clases de abundancia	% de presencia
1	<9	4	61-99
2	10-24	5	>99
3	25-60		

4.4. Zooplancton

En el análisis de zooplancton de las muestras del embalse de Ribarroja se han identificado un total de 17 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- 5 Cladocera
- 4 Copepoda
- 7 Rotifera
- 1 Mollusca

La estructura y composición de la comunidad de zooplancton se resume en el siguiente cuadro (**Cuadro 3**):

CUADRO 3
ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD DE ZOOPLANCTON

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
PROFUNDIDAD ZOOPLANCTON	m	9,0
DENSIDAD TOTAL	individuos/L	175,00
BIOMASA TOTAL	µg/L	243,71
Diversidad Shannon-Wiener		2,82
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Cladóceros
	individuos/L	75,38
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		<i>Diaphanosoma mongolianum</i>
	individuos/L	47,69
CLASE PREDOMINANTE ZOOPLANCTON (BIOMASA)		Cladóceros
	µg/L	203,38

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR	
ESPECIE PREDOMINANTE ZOOPLANCTON (BIOMASA)		<i>Diaphanosoma mongolianum</i>	
µg/L		119,23	
COLUMNA AGUA INTEGRADA (red vertical)		0 - 26 m	
CLADÓCEROS: 30,78 %		COPÉPODOS: 36,35 %	ROTÍFEROS: 5,37 %

La composición detallada de la población zooplanctónica presente en la muestra cuantitativa de zooplancton indicando la densidad y biomasa, y el porcentaje de las especies presentes en la muestra integrada de la red vertical, se muestran en el cuadro siguiente:

COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOMASA	PORCENTAJE
ZOOPLANCTON	Ind./L	µg/L	
CLADÓCEROS			
<i>Bosmina longirostris</i>	1,54	2,00	1,96
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i>	6,15	15,38	1,31
<i>Daphnia galeata</i>	16,92	57,54	4,58
<i>Daphnia parvula</i>	3,08	9,23	0,65
<i>Diaphanosoma mongolianum</i>	47,69	119,23	22,27
COPÉPODOS			
<i>Acanthocyclops americanus</i>	1,54	7,41	0,20
<i>Copidodiaptomus numidicus</i>	8,08	7,65	8,58
<i>Thermocyclops dybowskii</i>	0,19	0,52	0,07
Orden Cyclopoida	35,00	5,77	27,50
ROTÍFEROS			
<i>Asplanchna girodi</i>	0,19	0,13	
<i>Hexarthra mira</i>			0,65
<i>Keratella cochlearis</i>	4,62	0,23	2,62
<i>Keratella quadrata</i>	0,38	0,05	0,07
<i>Keratella tropica</i>	0,38	0,05	0,07
<i>Polyarthra major</i>	1,15	0,15	0,07
<i>Polyarthra vulgaris</i>	1,92	0,09	1,24
<i>Pompholyx sulcata</i>	3,08	0,18	0,65

COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOMASA	PORCENTAJE
ZOOPLANCTON	Ind./L	µg/L	
OTROS			
<i>Dreissena polymorpha</i>	43,08	18,09	27,50
Total Cladóceros	75,38	203,38	30,78
Total Copépodos	44,81	21,35	36,35
Total Rotíferos	11,73	0,88	5,37
Total Otros	43,08	18,09	27,50
Total	175,00	243,71	100

5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO

Se han considerado los indicadores especificados en el **Cuadro 4**, estableciéndose el estado trófico global del embalse según la metodología descrita en la sección 5 de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

CUADRO 4
PARÁMETROS INDICADORES Y RANGOS DE ESTADO TRÓFICO

Parámetros Estado Trófico	Ultraoligotrófico	Oligotrófico	Mesotrófico	Eutrófico	Hipereutrófico
Concentración P ($\mu\text{g P / L}$)	0-4	4-10	10-35	35-100	>100
Disco de Secchi (m)	>6	6-3	3-1,5	1,5-0,7	<0,7
Clorofila a ($\mu\text{g/L}$) epilimnion	0-1	1-2,5	2,5-8	8,0-25	>25
Densidad algal (cel/ml)	<100	100-1000	1000-10000	10000-100000	>100000
VALOR PROMEDIO FINAL	> 4,2	3,4 – 4,2	2,6 – 3,4	1,8 – 2,6	< 1,8

En el **Cuadro 5** se incluye el estado trófico indicado por cada uno de los parámetros, así como la catalogación de la masa de agua según la valoración de este estado trófico final.

CUADRO 5
DIAGNÓSTICO DEL ESTADO TRÓFICO DEL EMBALSE DE RIBARROJA

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
P TOTAL	80,21	Eutrófico
CLOROFILA a	7,25	Mesotrófico
DISCO SECCHI	3,70	Oligotrófico
DENSIDAD ALGAL	17801	Eutrófico
ESTADO TRÓFICO FINAL	2,75	MESOTRÓFICO

Atendiendo a los criterios seleccionados, los parámetros concentración de fósforo total (PT) y densidad algal sitúan al embalse en rangos de eutrofia. El resultado obtenido por la clorofila a clasifica al embalse como mesotrófico, y la transparencia (DS) como oligotrófico. Combinando todos los indicadores el estado trófico final para el embalse de RIBARROJA ha resultado ser **MESOTRÓFICO**.

6. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO

Se han considerado los indicadores especificados en el **Cuadro 6**, estableciéndose el potencial ecológico del embalse según la metodología descrita en la sección 6.3 de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

CUADRO 6
PARÁMETROS Y RANGOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL ECOLÓGICO EXPERIMENTAL

Indicador	Elementos	Parámetros	Máximo	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal (cel/ml)	<100	100-10 ³	10 ³ -10 ⁴	10 ⁴ -10 ⁵	>10 ⁵
		Biomasa algal, Clorofila <i>a</i> (µg/L)	0-1	1-2,5	2,5-8	8,0-25	>25
		Biovolumen algal (mm ³ /L)	<0,1	0,1-0,5	0,5-2	2-8	>8
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	>4	3-4	2-3	1-2	<1
		<i>Trophic Index (TI)</i>	<2,06	2,06-2,79	2,79-3,52	3,52-4,25	>4,25
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	>4,2	3,4-4,2	2,6-3,4	1,8-2,6	<1,8
	<i>Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)</i>	<3,8	3,8-6,6	6,6-9,4	9,4-12,2	>12,2	
Zooplancton	<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	<3,8	3,8-6,6	6,6-9,4	9,4-12,2	>12,2	
INDICADOR BIOLÓGICO (1)			> 4, 2	3, 4 -4, 2	2,6-3,4	1, 8 -2, 6	< 1, 8
Fisicoquímico	Transparencia	Profundidad Disco de Secchi (m)	>6	3-6	1, 5 -3	0, 7 -1,5	<0, 7
	Oxigenación	Concentración O ₂ (mg O ₂ /L)	>8	8-6	6-4	4-2	<2
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P /L)	0-4	4-10	10-35	35-100	>100
INDICADOR FISICOQUÍMICO (2)			MPE	AS FUN	NO AS FUN		
			>4,2	3,4-4,2	<3,4		

(1) La valoración del indicador biológico se obtiene asignando la calificación del elemento de menor puntuación (fitoplancton o zooplancton) o peor calidad, según la metodología *one out, all out*.

(2) La valoración del indicador fisicoquímico se obtiene realizando la media de las puntuaciones obtenidas para los distintos elementos. Si la media de los 3 elementos es igual o superior a 4,2 se considera que se cumplen las condiciones fisicoquímicas propias del máximo potencial ecológico (MPE). Si se alcanzan o superan los 3,4 puntos,

se considera que las condiciones fisicoquímicas aseguran el funcionamiento del ecosistema (AS.FUN). Si no se alcanzan los 3,4 puntos, el indicador fisicoquímico no asegura el funcionamiento del ecosistema (NO AS.FUN).

La combinación de los dos indicadores, fisicoquímico y biológico, para la obtención del potencial ecológico experimental final sigue el esquema de decisiones indicado en el **Cuadro 7**:

CUADRO 7
COMBINACIÓN DE LOS INDICADORES

Indicador Biológico	Indicador Fisicoquímico	Potencial Ecológico Experimental
Máximo	M P E	Máximo
Máximo	As Fun	Bueno
Máximo	No As Fun	Moderado
Bueno	M P E	Bueno
Bueno	As Fun	Bueno
Bueno	No As Fun	Moderado
Moderado	Indistinto	Moderado

En el **Cuadro 8** se incluye el potencial indicado por cada uno de los parámetros e indicadores, así como la catalogación de la masa de agua según el potencial ecológico final.

CUADRO 8
DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO DEL EMBALSE DE RIBARROJA

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor	Potencial
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal (cel/ml)	17801	Deficiente
		Clorofila <i>a</i> (µg/L)	7,25	Moderado
		Biovolumen algal (mm ³ /L)	0,65	Moderado
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	1,44	Deficiente
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	0,32	Malo
		<i>Trophic Index (TI)</i>	0,48	Máximo
	<i>Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)</i>	3,1	Máximo	
	Zooplancton	<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	10,27	Deficiente
INDICADOR BIOLÓGICO			2,0	DEFICIENTE
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	3,70	Bueno
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg/L O ₂)	4,18	Moderado
	Nutrientes	Concentración de PT (µg/L P)	80,21	Deficiente
INDICADOR FISICOQUÍMICO			3,0	NO AS FUN
POTENCIAL ECOLÓGICO			DEFICIENTE	

ANEXO I
REPORTAJE FOTOGRÁFICO



Foto 1: Presa del embalse



Foto 2: Panorámica del embalse